نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 5، آذر- دی 1397، ص. 827- 817

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 5, Dec- Jan 2019, p. 817-827

اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی ماندگاری و خواص حسی دونات سرخ شده

مهین حیدری اشکذری[1]- مانیا صالحی‌فر[2*]

تاریخ دریافت: 1396/09/26
تاریخ پذیرش: 1397/04/03

چکیده

یکی از راه‌های افزایش ماندگاری محصولات سرخ شده افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد، با توجه به سمیت آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی، لازم است که این آنتی‌اکسیدان‌ها را با آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در محصولاتی نظیر دونات جایگزین نمود. که یکی از مشکلات آن فساد اکسیداتیو در انواع دونات‌های صنعتی است. هدف از این پژوهش، استخراج عصاره گل انار و استفاده از ویتامین B_3 به‌عنوان دو آنتی‌اکسیدان طبیعی در دونات استفاده شد. در این پژوهش اثر سه متغیر عصاره گل انار (0/07، 0/55، 0/04 درصد) و ویتامین B_3 (1/5، 1/9، 2/3 درصد) بر خصوصیات اکسیداسیون (اندیس پراکسید، اسیدیته، آنیزیدین، توتوکس و تیوباربیتوریک اسید)، سختی بافت و ارزیابی حسی (طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی) مورد ارزیابی و آنالیز قرار گرفتند. مقایسه میانگین مورد بررسی، با استفاده از روش RSM و طرح مرکب مرکزی (CCD) انجام شد. نتایج نشان داد که افزودن عصاره گل انار و ویتامین B_3 به دونات سبب کاهش معنی‌دار اندیس پراکسید، آنیزیدین، توتوکس، اسیدیته و تیوباربیتوریک اسید در روز پانزدهم مشاهده شد. در حالی که سختی بافت با افزایش ویتامین B_3 در روز پانزدهم افزایش نشان داد. همچنین ارزیابی حسی انجام شده بیانگر آن بود که با افزایش درصد عصاره گل انار و ویتامین B_3، میزان رضایت‌مندی در تمامی ویژگی‌های حسی کاهش یافت. نتایج بهینه‌سازی نشان داد که نمونه دونات حاوی 0/07 درصد عصاره گل انار و ویتامین B_3 1/97 درصد و به‌عنوان بهترین تیمار از نظر خواص حسی و ماندگاری پذیرفته شد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان طبیعی، گل انار، ویتامین B_3، اکسیداسیون چربی، دونات، روش سطح پاسخ.

مقدمه

گل انار با نام علمی (*Punica granatum flower*) به‌طور وسیعی در خاورمیانه، حاشیه دریای مدیترانه، مالزی، هند، آفریقا و آمریکای جنوبی مورد استفاده قرار می گیرد (Al- Muammar *et al.*, 2012). با وجود اهمیت بسیار گل انار مطالعات کمی بر روی آن در سطح دنیا انجام گرفته است که می توان به پژوهشی در مورد ترکیبات گل انار اشاره نمود که شامل: اسید گالیک[3]، الاژیک اسید[4]، اسید اورسولیک[5] و تری ترپنوئیدهایی نظیر اولئانولیک[6]، اسید ماسلینیک[7] و اسید آسیاتیک[8] یافت می شوند (Al- Muammar *et al.*, 2012). عملکرد دارویی آن به علت وجود ترکیبات فنلی، فلاوونوئید و آنتوسیانین موجود در گل های انار به‌عنوان کاهش‌دهنده فشار خون، کاهش ریسک ابتلا به دیابت، کاهش کلسترول و نقش مهمی در حفاظت از کبد و قند خون می باشد (Huang *et al.*, 2005). همچنین ترکیبات پلی‌فنلی مسئول فعالیت‌های ضدمیکروبی هستند که برای بیماری‌های عفونت انگلی، اسهال و آسیب‌های تنفسی مورد استفاده قرار می گیرد (Al- Muammar *et al.*, 2012). البته لازم به ذکر است که مقدار ترکیبات فنولی و همچنین از نظر آنتی‌اکسیدانی بیشترین مقدار در گیاه گل انار مشاهده شده است (مرتضایی و همکاران، 1392).

ویتامین B_3 یا نیاسین[9] که واژه‌ای عمومی است که به دو شکل ویتامین یعنی نیکوتین آمید و نیکوتینیک اسید اطلاق می‌شود. فرمول گسترده آن $C_6H_5O_2N$ با وزن مولکولی 123/11، در حرارت 237-234 درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. بلورهای سفید، مزه‌اش ترش و بی‌بو است و خاصیت آب‌دوستی دارد و نسبت به نور، حرارت، قلیایی، اسید پایدار است به علت پایداری آن فقط مقدار کمی ضمن تهیه غذا از بین می‌رود. همچنین در زنجیره انتقال الکترون نقش دارد

---

1 و 2- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: salehifarmania@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v14i5.69495

[3] Gallic Acid
[4] Ellagic Acid
[5] Ursolic Acid
[6] Oleanolic
[7] Maslinic acid
[8] Asiatic Acid

[9] Niacine

و به‌عنوان پذیرنده الکترون عمل می‌کند (کریمی‌نژاد، 1382).

یکی از محصولات شیرین حاصل از آرد گندم که با سرخ کردن عمیق[1] و مستقیم در روغن تولید می‌شود، دونات[2] است و محتوای چربی آن 26-10 درصد بوده که بستگی به شرایط سرخ کردن و فرمولاسیون دارد (پورحاجی و همکاران،1390). غذاهای حاوی میزان بالای ترکیبات اسید چرب غیراشباع، بسیار مستعد اکسیداسیون هستند، یکی از مهمترین تغییراتی که در اثر اکسیداسیون چربی‌ها در ماده غذایی اتفاق می افتد، منجر به کاهش ارزش تغذیه‌ای می‌گردد (Aardt *et al*., 2004). استفاده از آنتی‌اکسیدان مناسب در بالا بردن ماندگاری محصولات غذایی موثر است (Jadhav, 1996). اگرچه استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در صنعت غذا موثر است اما امروزه به دلیل سمیت و سرطان‌زایی مصرف آن‌ها در مواد غذایی کاهش یافته است (Botterweck *et al*., 2000).

مطالعات مختلفی در زمینه استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در ماندگاری محصولات غذایی صورت گرفته است. Mildner-Szkudlarz و همکاران (2009)، تاثیر عصاره چای سبز در سه سطح غلظت 0/02 درصد، 0/1 درصد و 1 درصد به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در تولید بیسکویت مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که افزودن عصاره برگ چای سبز با غلظت 1 درصد توانست شدت اکسیداسیون را در بیسکویت ها به‌طور معنی‌داری کاهش دهد. همچنین بیشترین اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره در غلظت 1 درصد مشاهده شد. در مطالعه‌ای دیگر پورحاجی و همکاران (1390)، به بررسی اثر افزودن عصاره چای سبز (در سطوح صفر، 50، 150 و 100) و اسید آسکوربیک (با سطوح صفر، 100، 150 و 200 پی‌پی‌ام) به خمیر دونات پرداختند. نتایج نشان داد که اندیس پراکسید در روز اول و هفتم نگهداری با افزایش اسید آسکوربیک و چای سبز کاهش یافت و تفاوت معنی‌داری بر روی طعم نشان داد که با افزایش چای سبز طعم گسی در دونات مشاهده شد. میراب (1395)، اثر عصاره تغلیظ شده پوست انار در مقادیر (0/5، 1 و 1/5) درصد بر ویژگی‌های حسی کیک پرداختند. نتایج نشان داد که برخی از ارزیاب‌ها به دلیل وجود طعم تلخ عصاره پوست انار در تیمار 1/5 درصد اشاره داشتند که این طعم تلخ را می‌توان به ترکیبات تاننی و مشتقات آن‌ها نسبت داد. با توجه به بررسی منابع مختلف، تاکنون پژوهشی در خصوص سینرژیستی گل انار و ویتامین B۳ در فرمولاسیون دونات انجام نشده است لذا هدف از این پژوهش؛ تاثیر افزودن عصاره گل انار (0/07، 0/55 و 0/04 درصد) و ویتامین B_3 (1/5، 1/9 و 2/3 درصد) به‌عنوان ترکیبی طبیعی جهت بهبود پایداری اکسیداتیو و زمان ماندگاری و حسی دونات است.

[1] Deep-fat frying
[2] Donuts (Doughnuts)

مواد و روش‌ها

گل انار با نام علمی *Punica granatum flower* از استان یزد تهیه و پس از تائید آن توسط گیاه‌شناس متخصص در مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان یزد مورد استفاده قرار گرفت. ویتامین B_3 از شرکت مرک آلمان تهیه شد. جهت تولید دونات آرد گندم (شرکت تک ماکارون، تهران، ایران)، تخم‌مرغ، مخمر (گل مایه)، شکر، وانیل، بهبوددهنده (سهیل پودر، تهران، ایران)، نمک (صدف، تهران، ایران)، روغن (بهار، تهران، ایران) ، شیر(کم‌چرب میهن، تهران، ایران) بود. درصدها براساس نسبت وزنی- وزنی آرد می باشد. این آرد حاوی 11/8 درصد پروتئین، 14/2 درصد رطوبت، 1/35 درصد خاکستر، 2/19 درصد اسیدیته و pH 6/2 درصد بود (AACC, 1999).

استخراج عصاره از گل انار

گل‌ها پس از جمع‌آوری ابتدا تمیز و سپس با آسیاب خانگی (Black and daker) به‌صورت پودری در آمد. پودر به‌دست آمده بسته به اندازه ذرات مورد نظر توسط الک‌هایی با مش معین غربال و در نهایت در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و تا زمان انجام مرحله عصاره‌گیری در مکانی خشک و در دمای اتاق نگهداری شد. برای عصاره‌گیری حدود 85 گرم پودر خشک شده گل انار و پس از قرار دادن در 200 سی‌سی اتانول 96 درصد مخلوط شد و نمونه به مدت 24 ساعت روی شیکر 70 rpm قرار گرفت و بعد در داخل شیشه تیره ریخته و پس از طی 24 ساعت صاف گردید (توسط کاغذ صافی) سپس توسط دستگاه روتاری (Buchi)، حلال اضافی آن در دمای 45 درجه سانتی‌گراد استخراج شد تا زمان انجام آزمایش در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (مرتضایی و همکاران، 1392).

روش تهیه دونات

در ابتدا مواد پودری شامل (آرد، نمک، شکر، مخمر، وانیل، ویتامین B_3، بهبوددهنده) توسط ترازو به مقدار لازم توزین و به‌وسیله میکسر (Kenwood KM-010 Chef) ساخت انگلستان به مدت 2 دقیقه به‌صورت خشک ترکیب شد. سپس مایعات شامل (عصاره گل انار، روغن، تخم‌مرغ، آب) اضافه گردید. سپس عمل اختلاط در دمای 27-26 درجه سانتی‌گراد انجام شد خمیر آماده شده به چانه‌های 50 گرمی قالب‌زنی شد و تخمیر اولیه و پوک کردن خمیر به مدت 45 دقیقه در دمای 35 درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس برای تخمیر نهایی به داخل گرمخانه در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به مدت 70 دقیقه قرار گرفت تا به حجم نهایی برسد. عملیات سرخ کردن در دمای 180 درجه سانتی‌گراد به مدت 2 دقیقه سرخ گردید. و بعد توسط کاغذ جاذب، روغن اضافه آن گرفته شد. نمونه ها در بسته‌های

پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا زمان انجام آزمون‌ها نگهداری شد (Funami *et al*., 1999).

جدول 1- فرمولاسیون تهیه دونات حاوی عصاره گل انار و ویتامین B_3

تیمار	آرد٪	شیر ٪	شکر٪	نمک٪	مخمر ٪	تخم‌مرغ٪	روغن٪	وانیل٪	بهبوددهنده٪	گل انار٪	ویتامین B_3 %
1	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/055	1/9
2	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/055	1/9
3	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/04	1/9
4	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/04	2/3
5	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/055	1/5
6	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/055	1/9
7	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/07	1/9
8	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/055	1/9
9	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/04	1/5
10	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/055	1/9
11	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/055	2/3
12	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/07	1/5
13	100	60	1/6	0/8	0/4	1/2	1/25	0/2	0/3	0/07	2/3

*کلیه اعداد براساس درصد وزن آرد. این جدول چون با نرم افزار RSM انجام شده است نقاط تکرار در جدول نشان دهنده نقطه مرکزی میباشد.

آزمون اندازه‌گیری فنول کل عصاره گل انار

میزان کل ترکیبات فنولی با روش فولین سیوکالتو ارزیابی شد. نتایج براساس منحنی استاندارد اسید گالیک بر حسب میلی‌گرم در هر گرم عصاره بیان شد (D' Angelo *et al*., 2007).

$$DPPHsc\%=(Acont-Asamp)/Acont \times 100 \quad (1)$$

آزمون اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گل انار

برای این منظور به 50 میکرولیتر از عصاره رقیق شده به 950 میکرولیتر محلول DPPH 0/1 نرمال اضافه شد. محلول حاصل به‌خوبی تکان داده شد و به مدت 30 دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت سپس جذب استاندارد با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر 517 نانومتر تعیین شد. درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد بر حسب رابطه (1) محاسبه شد: (D' Angelo *et al*., 2007).

اندیس پراکسید

مقدار 5 گرم از چربی استخراج شده در یک ارلن مایر ریخته و 30 میلی‌لیتر مخلوط اسید استیک و کلروفرم به آن اضافه، سپس 0/5 میلی‌لیتر محلول یدور پتاسیم به آن افزوده و به مدت 1 دقیقه در تاریکی نگه داشته شد. سپس 30 میلی‌لیتر آب مقطر با محلول نشاسته به آن افزوده و محلول با هیپوسولفیت سدیم 0/01 نرمال تا از بین رفتن رنگ آبی تیتر شد. عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی والان اکسیژن در کیلوگرم (meq/kg) توسطه رابطه (2) (AOCS 8-53).

(2) عدد پراکسید= (گرم) حجم نمونه/ (ml) مقدار مصرفی تیوسولفات سدیم× نرمالیته سدیم× 10000

اندیس پارا - آنیزیدین (P-AV)

ابتدا نمونه را وزن کرده درون ارلن 250 سی‌سی ریخته سپس حلال هگزان به آن افزوده و به مدت 24 ساعت در دمای محیط قرار داده بعد با کاغذ صافی و قیف صاف کرده و آن را در ظرفی که قبلا وزن کردیم ریخته شد. ظرف حاوی روغن و حلال درون حمام آب گرم قرار گرفت تا حلال آن بخار شود. میزانی از روغن را برداشته و به آن 25 سی‌سی حلال ایزواکتان افزوده و آن را مخلوط کرده، سپس جذب با طول موج 350 نانومتر اندازه گرفته شد. و 2/5 سی‌سی محلول حاوی نمونه و ایزواکتان در 0/5 سی‌سی معرف پاراآنیزیدین حل گردید تا رنگ صورتی حاصل شد و به مدت 10 دقیقه در تاریکی قرار داده و دوباره جذب نمونه در 350 نانومتر خوانده شد (AOCS 18 -90).

عدد اسیدیته

مقدار اسید چرب آزاد موجود در روغن توسط روش تیتراسیون اندازه گیری و براساس درصد اسید اولئیک بیان شد.

$$Q=(28/2\times N\times V)/W \quad (2)$$

28/2=وزن مولکولی اسید اولئیک

N= نرمالیته سود مصرفی

V= حجم سودمصرفی

اندیس توتوکس

اندازه گیری کل ترکیبات حاصل از اکسیداسیون اولیـه و ثانویـه که بر طبق رابطه زیر محاسبه شد:

(3) انـدیس آنیزیـدین+2(انـدیس پراکسـید) =انـدیس توتکس

تیوباربیتوریک اسید

10 گرم نمونه در 25 میلی‌لیتر آب مقطر و سپس با 25 سی‌سی کلرواستیک مخلوط شد. پـس از فیلتـر کـردن مخلـوط حاصـل، 4 میلی‌لیتر محلول فیلتر شده با 1 میلی‌لیتر محلـول TBA (0/06M) مخلوط و به مدت 10 دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پـس از آن، لوله‌های حاوی نمونه با قرار گرفتن در دمای محیط به مدت 5 دقیقه سرد شد. نتایج به‌دست آمده به‌صورت میلی‌گرم معادل مـالون آلدئید در کیلوگرم بیان شد (استاندارد ملی ایران شماره 10494).

سختی بافت

برای اندازه‌گیری سفتی محصول از دستگاه بافت‌سـنج اسـتفاده شد. بدین منظور ابتدا دونات با ابعاد 5 در 5 سانتی‌متر روی صـفحه نگهدارنده قرار داده شد و از لود سل 500 کیلو نیوتن اسـتفاده شـد. پروپ استوانه‌ای شکل به قطر 50 میلی‌متر و با سرعت 100 میلی‌متر در دقیقه بافت را به میزان 4 میلی‌متر فشرده ساخت و حداکثر نیروی لازم جهت فشرده کردن بافت تعیین گردید که بیانگر میزان سـفتی بافت بود. این آزمون در روز پانزدهم پس از پخت دونات‌ها انجام شد (AACC 74-09).

ارزیابی حسی

خصوصیات حسی نمونه‌ها توسـط 8 ارزیـاب آمـوزش دیـده بـا استفاده از روش هدونیک 5 نقطه‌ای ارزیابی شد. (Hussein *et al.*, 2011).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Design Expert8 و روش RSM انجام شد. کلیه آزمون‌ها در سه تکرار مورد بررسـی قرار گرفتند.

بهینه‌سازی فرمولاسیون

یک روش مفید برای بهینه‌سازی پاسخ‌های چندگانه اسـتفاده از تکنیک بهینه‌سازی همزمان و توابع مطلوبیت است (& Derringer Suich, 1980). استفاده از نـرم‌افـزار دیـزاین اکسـپرت، بـه‌منظـور دستیابی به سطوح بهینه هر یک از متغیرهای مسـتقل، پاسخ‌هـای پراکسید، اسیدیته، آنیزیدین، توتوکس و تیوباربیتوریک اسید مینیمم و ارزیابی حسی ماکزیمم در نظر گرفته شد. سپس شـرایط فرآینـد بـا بالاترین مقدار مطلوبیت به‌عنوان شرایط بهینه انتخاب شد.

نتایج و بحث

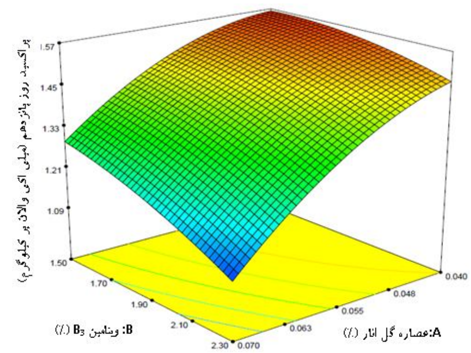
نتایج آزمون ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنولی عصاره گل انار

آزمون ترکیبات آنتی‌اکسیدانی یک روش سـریع و دقیـق بـرای اندازه‌گیری فعالیت ضد اکسایشی است که به‌طور گسترده به‌منظـور تعیین فعالیت گیرندگی رادیکـال آزاد ترکیبـات خـالص یـا گیـاهی مختلف به‌کار می رود. مقـدار IC_{50} عصـاره گـل انـار برابـر 0/044 میکروگرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. گالیک اسید به‌عنوان یک ترکیب استاندارد می‌باشد و پس از انجام آزمـون فنـول کـل میـزان آن در عصاره گل انار 41/97 میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. مرتضایی و همکاران (1392) که به بررسی هشت گیاه دارویی پرداختنـد نتـایج نشان داد که مقدار ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی بیشترین مقدار در گیاه گل انار مشاهده شد. Kaur و همکاران (2006) در تحقیق خود فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره گل انار را 81/6 درصد با متد (DPPH) بیان کردند.

نتایج آزمون پراکسید

نتایج افزودن عصاره گل انـار و ویتـامین B_3 بـه فرمولاسـیون دونات و تاثیر آنها روی میزان اندیس پراکسـید در روز پـانزدهم در شکل 1 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است که کمترین مقدار عدد پراکسید مربوط به تیمارهای با درصد بـالای عصاره گل انار و ویتامین B_3 است. مطابق مـدل بـه‌دسـت آمـده از روش آماری سطح پاسخ، در این آزمون در مورد عصاره گـل انـار و ویتامین B_3 در روز پانزهم معنی‌دار بوده است ($p<0.05$). همـانطور که مشخص است عدد پراکسید با افزایش میـزان عصـاره گـل انـار به‌صورت خطی و با افزایش ویتامین B_3 به‌صورت غیرخطی کـاهش معنی‌داری یافته است ($p<0.05$). ترکیبات پلی‌فنولی و آنتی‌اکسیدان موجود در گل انار توانایی قابل قبولی در مهار رادیکال‌های آزاد دارند که این امر می‌تواند روی پایداری اکسیداتیو ساختارهای حساس بـه حرارت موثر باشد لذا انتظار می‌رود عصـاره گـل انـار بـا دارا بـودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی مناسب فرآیند اکسیداسیون چربی‌ها را به تاخیر بیاندازد همچنین گل انار علاوه بر وجود ترکیبات آنتـی‌اکسـیدانی و فنولی به‌ویژه پلی‌فنول‌هایی مانند تانن‌ها می باشد (Al- Muammar *et al.*, 2012 ؛ مرتضایی و همکاران، 1392). همچنین ویتامین‌هـا دارای ظرفیت آنتـی‌اکسـیدانی و بـه‌عنـوان یـک عامـل واسـطه در جلوگیری از اکسیداسـیون مـوثر مـی‌باشـند (Zeng *et al.*, 2009). تیمارهای دارای درصد گل انار و ویتامین B_3 بـالاتر دارای انـدیس

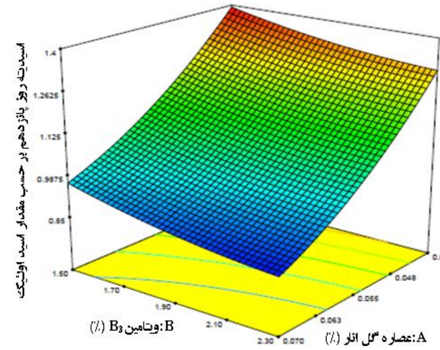
پراکسید پایین‌تری بوده که حاکی از آن است آنتی‌اکسیدان‌های گل انار به همراه ویتامین B_3 اثر سینرژیستی داشت و باعث تاخیر در اکسیداسیون می‌گردد. نتایج به‌دست آمده در طی این مطالعه با نتایج دیگر محققین مطابقت داشت Izzreen و همکاران (2011) به این نتیجه رسیدند که با افزودن آنتی‌اکسیدان‌های گیاهان مالزی در کیک، میزان پراکسید در طول مدت زمان نگهداری 15 روزه کاهش معنی‌داری پیدا نمود. پورحاجی و همکاران (1390) گزارش کردند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی چای سبز و اسید آسکوربیک در فرمولاسیون دونات، اندیس پراکسید در طی بازه‌های زمانی مختلف کمتر روند افزایش دارد.



شکل 1- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی پراکسید در روز پانزدهم

عدد اسیدیته

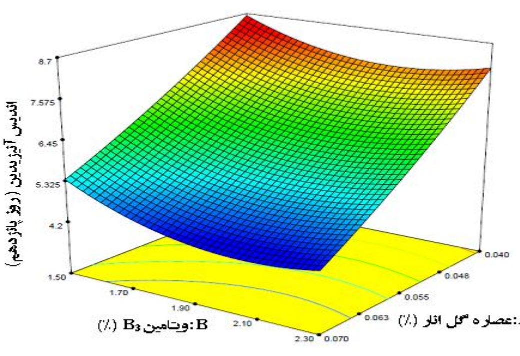
نتایج افزودن عصاره گل انار و ویتامین B_3 به فرمولاسیون دونات و تاثیر آن‌ها روی میزان اسیدیته در روز 15 در شکل 2 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است که کمترین مقدار اسیدیته مربوط به تیمارهای با درصد بالای عصاره گل انار و ویتامین B_3 است. مطابق مدل به‌دست آمده از روش آماری سطح پاسخ، در این آزمون در مورد هر دو متغیر معنی‌دار بوده است ($p<0.05$). همانطور که مشخص است رابطه معکوس و خطی بین گل انار و ویتامین B_3 با اسیدیته وجود دارد بدین معنی که با افزایش هر دو متغیر، میزان اسیدیته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. چون عصاره افزوده شده غنی از ترکیبات فنولیک است و ویتامین B_3 هم دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است به خاطر همین دلیل باعث کاهش اسیدیته شده است. Mildner-Szkudlarz و همکاران (2009)، مشاهده کردندکه استفاده از عصاره چای سبز در فرمولاسیون بیسکویت به‌طور معنی‌داری توانست شدت اکسیداسیون را کاهش دهد.



شکل2. نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی اسیدیته در روز پانزدهم

عدد آنیزیدین

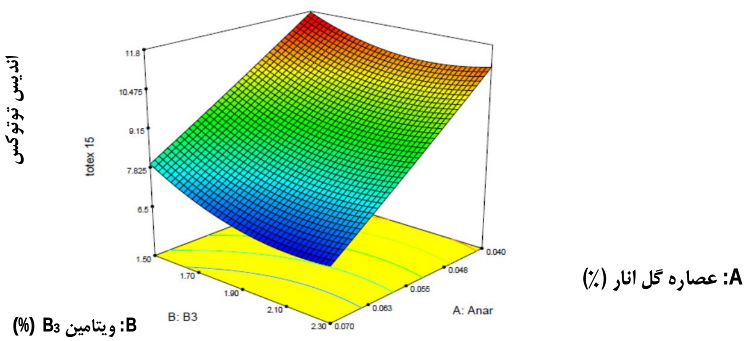
نتایج افزودن عصاره گل انار و ویتامین B_3 به فرمولاسیون دونات و تاثیر آن روی میزان اندیس آنیزیدین در روز 15 در شکل 3 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است که کمترین مقدار آنیزیدین مربوط به تیمارهای با درصد بالای هر دو متغیر است. مطابق مدل به‌دست آمده از روش آماری سطح پاسخ، در این آزمون در مورد عصاره گل انار و ویتامین B_3 در روز 15 معنی دار بوده است ($p<0.05$). همانطور که مشخص است آنیزیدین با افزایش میزان عصاره گل انار به‌صورت خطی و با افزایش ویتامین B_3 به‌صورت غیرخطی کاهش معنی‌داری یافته است. از آنجایی که عصاره گل انار غنی از ترکیبات فنولی از قبیل گالیک اسید و الاژیک اسید است این عوامل باعث جلوگیری از فساد اکسیداتیو و مانع از تولید این ترکیبات می‌شود. همچنین کاهش آنیزیدین را می‌تواند به اثر سینرژیستی این دو آنتی اکسیدان دانست. Dhillon و همکاران در سال 2013 مشاهده کردندکه افزودن ترکیبات فنولیک پونه کوهی به فرمولاسیون نان به‌طور معنی‌داری می‌تواند بدون هیچ‌گونه تغییرات منفی در پخت، بهترین زمان ماندگاری را داشته باشد.



شکل 3- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی آنیزیدین در روز پانزدهم

عدد توتوکس

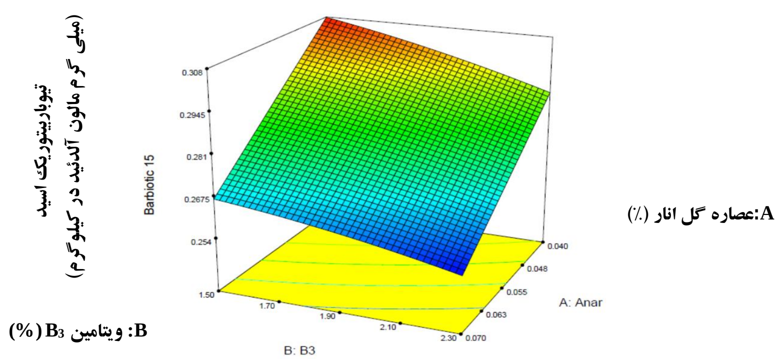
نتایج افزودن عصاره گل انار و ویتامین B_3 بـه فرمولاسـیون و تاثیر آن‌ها روی میزان توتوکس در روز 15 در شـکل 4 نشـان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است که کمترین مقـدار توتوکس مربوط به تیمارهای با درصـد بـالای عصـاره گـل انـار و ویتامین B_3 است. مطابق مدل به‌دست آمده از روش آمـاری سـطح پاسخ، در این آزمون در مـورد هـر دو متغیـر معنـی دار بـوده اسـت ($p<0.05$). همانطور که مشخص است رابطه معکوس و خطی بـین گل انار و ویتامین B_3 با توتوکس وجـود دارد. بـدین معنـی کـه بـا افزایش عصاره گل انار و ویتامین B_3، میزان توتوکس کاهش یافتـه است. این نتایج با نتایج Cheng و همکاران (2013) همخوانی دارد که غلظت‌های مختلـف اتـانولی دانـه رازیانـه بـر تغییـرات انـدیس پراکسید، آنیزیدین و توتوکس در روغن زیتون انجـام گرفـت نتـایج نشان داد که عصاره دانه رازیانه مـی‌توانـد بـه‌طـور مـوثری جلـوی افزایش اندیس پراکسید، آنیزیدین و توتوکس را بگیرد.



شکل 4- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی توتوکس در روز پانزدهم

تیوباربیتوریک اسید

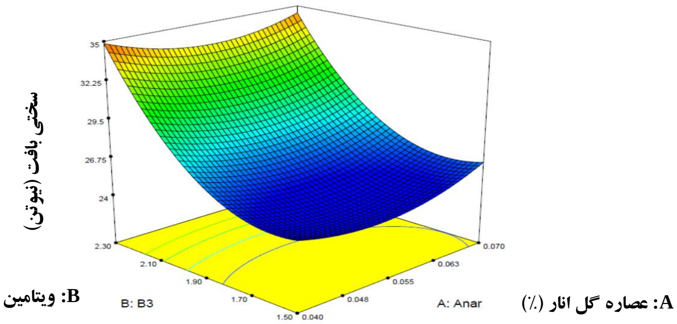
نتایج افزودن عصاره گل انار و ویتامین B_3 بـه فرمولاسـیون و تاثیر آن‌ها روی تیوباربیتوریک در روز 15 در شکل 5 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شـکل ایـن اسـت کـه کمتـرین مقـدار تیوباربیتوریک مربوط به تیمارهای با درصد بالای عصاره گل انار و ویتامین B_3 است. مطابق مدل به‌دست آمده از روش آمـاری سـطح پاسخ، در این آزمون در مورد هر دو متغیر در روز 15 معنی‌دار بـوده است ($p<0.05$). و همانطور که مشـخص اسـت رابطـه معکـوس و خطی بین گل انار و ویتامین B_3 با تیوباربیتوریک اسید وجـود دارد. بدین معنی که با افزایش عصـاره گـل انـار و ویتـامین B_3، میـزان تیوباربیتوریک کاهش یافته است و این پدیده را می‌تـوان بـه دلیـل خاصیت سینرژیستی ویتامین B_3 و عصـاره گـل انـار توجیـه کـرد. عربشاهی و همکاران (1393)، بیان کردند که افزودن عصاره فنولی بـرگ گیـاه شـاتوت و نعنـا در فرمولاسـیون بیسـکویت، میـزان تیوباربیتوریـک در طـول مـدت زمـان نگهـداری 90 روزه کـاهش معنی‌داری پیدا نمود.



شکل5. نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی تیوباربیتوریک اسید در روز پانزدهم

سختی بافت

نتایج افزودن عصاره گل انار و ویتامین B_3 بـه فرمولاسـیون و تاثیر آن‌ها روی سختی بافت در روز 15 در شکل 6 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است کـه تنهـا ویتـامین B_3 معنی‌دار بوده است ($p<0.05$). در حالی که عصاره گل انار معنـی‌دار نبوده است ($p>0.05$). همانطور که مشخص است سختی بافـت بـا افزایش میزان ویتامین B_3 به‌صورت غیرخطی افزایش یافتـه اسـت. ویتامین B_3 به دلیل اختلال در شبکه گلوتن سبب خـروج گازهـا از خمیر شده به دنبال آن حجم کاهش یافته و بافت سـفت و متـراکم می‌گردد (Ajila *et al.*, 2008). سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت در طول مدت زمان نگهـداری، فرآینـد پیچیـده‌ای اسـت کـه عوامل نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایـش مجـدد پلیمرهـا در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبـت بـین ناحیـه آمورف و کریستالی در آن دخیل است (نقی‌پور و همکـاران، 1392). نتایج حاصل با نتایج مجذوبی و همکاران (1392) مطابقت دارد.



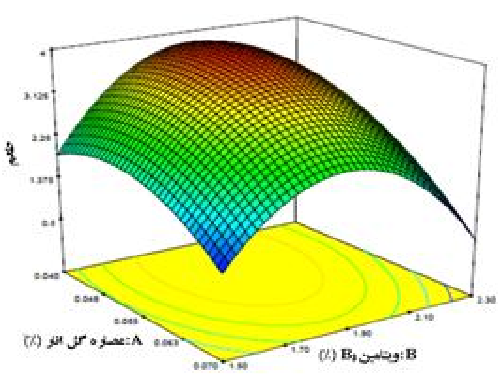
شکل 6- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی سختی بافت در روز پانزدهم

ارزیابی حسی

طعم

نتایج افزودن هر دو متغیر به فرمولاسـیون و تـاثیر آن‌هـا روی طعم در روز اول در شکل 7 نشان داده شده است.

نتیجه شاخص در این شکل این است که تنها عصاره گـل انـار معنی‌دار بوده است ($p<0.05$). در حالی کـه ویتـامین B_3 معنـی‌دار نبوده است ($p>0.05$). همانطور که مشخص است با افزایش غلظت عصاره گل انار امتیاز طعم کاهش یافت.

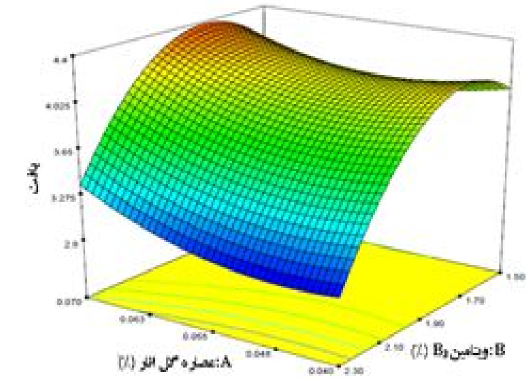


شکل 7- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی ارزیابی حسی (طعم)

گالیک اسید از مهمترین ترکیب موجـود در گـل انـار بـوده کـه ساختار فنولی این ترکیب موجب فعالیـت آنتـی‌اکسـیدانی قـوی آن می‌شود و طعم مایل به تلخ به مواد فنلی نسـبت داده شـده اسـت و همچنین این پس طعم را می‌توان به ترکیبات تاننی و مشتقات آن‌ها نسبت داد که با افزایش گل انار طعم گسی در دونات مشـاهده شـد (Al- Muammar *et al.*, 2012). نتایج حاصـل بـا نتـایج میـراب (1395) که اثر عصاره پوسـت انـار بـر ویژگـی‌هـای حسـی کیـک پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش عصاره پوست انار به دلیل وجود پس طعم تلخ باعث کاهش طعم شد.

بافت

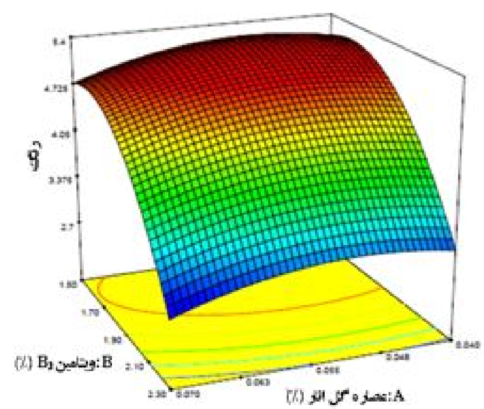
نتایج افزودن هر دو متغیر به فرمولاسیون و تاثیر آن‌ها روی بافت در روز اول در شکل 8 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است که تنها ویتامین B_3 معنی‌دار بوده است ($p<0.05$). همانطور که مشخص است با افزایش ویتامین B_3 امتیاز بافت به‌صورت غیرخطی کاهش یافت. ویتامین B_3 به دلیل اختلال در شبکه گلوتن سبب خارج شدن گازها از خمیر شده بـه دنبـال آن بافت سفت می‌گردد و میزان رضایتمندی کاهش می‌یابد (Ajila *et al.*, 2008).



شکل 8- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی ارزیابی حسی (بافت)

رنگ

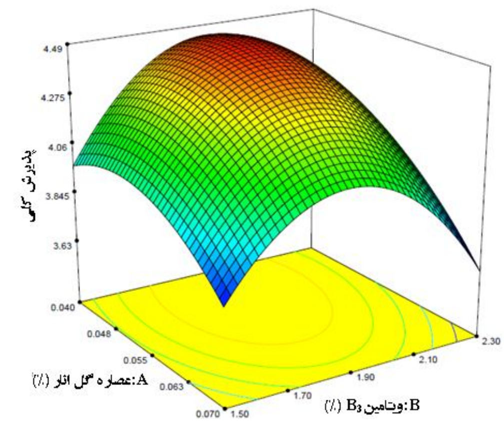
نتایج افزودن هر دو متغیر به فرمولاسیون و تاثیر آن‌ها روی رنگ در روز اول در شکل 9 نشان داده شده است. نتیجه شاخص در این شکل این است که تنها ویتامین B_3 معنی‌دار بوده است ($p<0.05$). با افزایش ویتامین B_3 امتیاز رنگ به‌صورت غیرخطی کاهش یافته است. میزان روشنایی رنگ سطحی فرآورده، اغلب به‌عنوان یک شاخص تکمیل پخت از طریق واکنش‌های شیمیایی مانند واکنش میلارد همزمان با تشکیل پوسته در فرآورده‌های نانوایی، توسعه می‌یابد. در واقع با افزایش میزان ویتامین B_3 به دلیل جذب آب بیشتر در ساختار خود سبب کاهش واکنش میلارد می‌گردد. نتایج با یافته‌های پورحاجی و همکاران (1390) مطابقت دارد.



شکل 9- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی ارزیابی حسی (رنگ)

پذیرش کلی

مطالعات نتایج صفات حسی، جهت بررسی پذیرش کلی نشان داد که با افزایش عصاره گل انار و ویتامین B_3 پذیرش کلی دونات کاهش یافت ($p<0.05$). (شکل 10)



شکل 10- نمودار سطح پاسخ اثر عصاره گل انار و ویتامین B_3 بر روی ارزیابی حسی (پذیرش کلی)

نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به سرطان‌زایی آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی و لـزوم کاهش مصرف آن‌ها، استفاده از محصولات حاوی آنتی‌اکسیدان‌هـای طبیعی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش با بررسی اثـر افزودن عصاره اتانولی گل انار و ویتامین B_3 در تولید دونات مشخص گردید، افزایش عصاره گل انار و ویتامین B_3 دارای کمتـرین انـدیس پراکسید، اسیدیته، آنیزیدین، توتوکس و تیوباربیتوریک نیز می‌باشد. و این پدیده را می‌توان به دلیل خاصـیت سینرژیسـتی ایـن دو ترکیـب توجیه کرد. همچنین میزان رضایتمندی در تمام ویژگی‌هـای حسـی کاهش یافت. در کل نتایج بهینه‌سازی فرمولاسـیون نشـان داد کـه خمیر دونات حاوی 0/07% عصـاره گـل انـار و 1/97% ویتـامین B_3 به‌عنوان بهترین تیمار پذیرفته شد.

منابع

پورحاجی، ف. کریمی، م.، توکلی پور، ح.، شیخ الاسلامی، ز.، 1390، بررسی اثر عصاره چای سبز و اسید آسکوربیک بر رنـگ مغـز و تخلخـل دونات سرخ شده با استفاده از پردازش تصویر، همایش ملی علوم و صنایع غذایی،10-9 اسفند ماه، صفحه: 9-1.

عربشاهی، س.، مردانی قهفرخی، م.، 1393، تولید بیسکویت فراسودمند با استفاده از عصاره برگ گیاهان شـاتوت (*Morus indica L.*) و نعنـا (*Mentha spicata L.*)، نشریه پژوهش های صنایع غذایی، جلد 24 شماره 3.

کریمی نژاد، م.، 1382، غنی سازی محصولات ماکارونی با ویتامین ها و آهن در شرکت تولیدی تک ماکارون، چهارمین همایش مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن، 18-19 آذر، صفحه: 1-9.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، اندازه گیری اسید تیوباربیتوریک در روغن ها و چربی های خوراکی، شماره 10494.

مجذوبی، م.، منصوری، ح.، فلسفی، ر.، فرحناکی، ع.، 1394، تاثیر پودر هسته خرما بر برخی ویژگی های خمیر بیسکویت و بیسکویت سـخت. مقاله علوم غذایی و تغذیه، شماره 2، سال دوازدهم، صفحه: 5-14.

میراب، ب.، 1395، اثر عصاره تغلیظ شده پوست انار و بر هضم نشاسته، ویژگی های بافتی و حسی کیک، پایان نامه کارشناسی ارشد علـوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

مرتضایی، س.، رفیعیان، م.، 1392، مقایسه غلظت ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی هشت گیاه دارویی. مجلـه دانشـگاه علـوم پزشـکی رفسنجان، دوره دوازدهم، صفحه:530-519.

نقی پور، ف.، کریمی، م.، حبیبی، م. خداپرست، م.، شیخ الاسلامی، ز.، 1392، بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از آرد سورگوم و صمغ های گوار و گزانتان. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره 41، دوره 10.

AOCS., 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign, IL: AOCS press.

AACC., 1999. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul: *American Association of Cereal Chemists.* St.Paul.Minn.

Al- Muammar, M.N., Khan, F., 2012. The preventive role of the pomegranate. *Journal Nutrition*. 28: 595-604.

Ajila, C. M., Leelavathi, K. & Prasada Rao, U. J. S., 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidantproperties in soft dough biscuit with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48: 319-326.

Aardt, M.V., Duncan, S.E., Long, T.E., Keefe, S.F., Marcy, J.E. and Sim, S.R., 2004. Effect of antioxidantson oxidative stability of edible fats and oils: thermogravimetric analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 52: 587-591.

Botterweck, A.A.M., Verhagen, H., Goldbohm, R.A., Kleinjans, J., and Brandt, P.A.V.D., 2000. Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: results analyses in the Netherlands cohort study. *Food Chemistry and Toxicology,* 38: 599-605.

Cheng Sh, Bassiri A, Jalali H., 2013. Evaluation of Antioxidant Activity of Fennel (*Foeniculum Seed* Extract on Oxidative Stability of Olive Oil. *Journal of Chemical Health Risks*, 3(2): 53-61.

Dhillon G K, Kaur A, and Ahluwalia P., 2013. Effect of Oregano Herb on Dough Rheology and Bread Quality. International *Journal of Food Nutrition and Safety,* 4(1): 17-22.

D' Angelo, S., Amelia, C., Raimo, M., Salvatore, A., Zappia, V. and Galletti, P., 2007. Effect of Reddening–Ripening on the Antioxidant Activity of Polyphenol Extracts from Cv. 'Annurca' Apple Fruits. *Jou rnal of Agricultural and Food Chemistry,* 22(24): 2277-2222.

Derringer, G. & Suich, R., 1980. Simultaneous optimization of several response variables. *Journal of quality technology*, 12: 214-219.

Funami T, Funami M, Tawada T, and Nakao Y., 1999. Decreasing oil uptake of doughnuts during deep fat frying using curdlan. *Journal of Food Science*, 64(5): 883-888.

Hussein EA, El-BeltagyAE, Gaafor AM., 2011. Production and Quality Evaluation of Low Calorie cake. *American Journal of Food Technology*, 6(9): 827-834.

Huang TH, Peng G and Kota BP., Anti-diabetic action of *Punica granatum* flower extract: activation of PPAR-gamma and identification of an active component. *Toxicology and Applied Pharmacology.*

Izzreen, I. and Noriham, A., 2011. Evaluation of the antioxidant potential of some Malaysian herbal aqueous extracts as compared with synthetic antioxidants and ascorbic acid in cakes *International Food Research Journal*, 18: 583-587.

Jadhav, S.J., Nimbalkar, S.S., Kulkarni, A.D. and Madhavi, D.L., 1996. Lipid oxidation in biological and food system. In Madhavi, D.L., Deshpande, S.S. and Salunkhe, D.K. (Eds). Food Antioxidants Technological, Toxicological and Health Perspectives pp. 5-63. Marcel Dekker: New York.

Kaur, G., Jabbar, Z., Ather, M & Alam, M., 2006. Punica granatum (*pomegranate*) flower extract possesses potent antioxidant activity and abrogates Fe-NTA induced hepatotoxicity in mice. *Food and Chemical Toxicology*, 44: 984-993.

Mildner-Szkudlarz S, Zawirska-Wojtasiak R, Obuchowski W and Gosliński M., 2009. Evaluation of antioxidant activity of green tea extract and its effect on the biscuits lipid fraction oxidative stability. Journal of Food Science, 74(8): 362-370.

Zeng, X., Cheng, K, W., Jiang, Y., Lin, Z, X., Shi, J, J., Ou, S, Y., Chen, F., 2009. Inhibition of acrylamide formation by vitamins in model reactions and fried potato strips. *Journal of Food Chemistry,* 116: 34-39.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 5, Dec- Jan 2019, p. 817-827

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 5، آذر- دی 1397، ص. 827- 817

Effect of pomegranate flower extraction and vitamin B_3 on the roasted doughnut's durability and sensory features

M. Heydari Ashkezari[1], M. Salehifar[2*]

Received: 2017.12.17
Accepted: 2018.04.16

Introduction: One of the useful methods to increase the roasted product's durability is the addition of antioxidants. The antioxidants can replace the synthetic antioxidant in doughnut. One of the problems related to doughnut is oxidative corruption in industrial type. The purpose of this study was to extract pomegranate flower extraction and use of vitamin B_3 as two natural antioxidants in doughnuts.

Materials and methods: In this study, the effect of three variation such as pomegranate flower extraction (0.07, 0.55 and 0.04 percent), vitamin B_3 (1.5, 1.9 and 2.3 percent) on oxidation features (peroxide index, acidity, anisidine, totox and Thiobarbituric acid), tissue obstruction and sensory evaluation (taste, tissue, color, scent and total acceptance) were evaluated and analyzed in the research. The mean comparison of examined samples was carried out using RSM method and central cube design (CCD).

Results & discussion: The obtained results showed that adding pomegranate flower extraction and vitamin B_3 to doughnut caused significant decrement of peroxide index, anisidine, totox, acidity and Thiobarbituric acid in 15th day. While tissue stiffness increased with increasing vitamin B_3 on the 15th day. The sensory evaluation also expressed that increasing pomegranate flower extract's percentage and vitamin B_3 decreased total acceptability in all sensory features. Results of optimization showed the doughnut samples containing 0.07% pomegranate flower extraction and 1.97% vitamin B_3 were accepted as the closest samples to the control sample and as the foremost treatment from sensory and durability point of view.

Key words: Natural Antioxidant, Pomegranate Flower Extraction, Vitamin B3, Lipid (fat) Oxidation, Donut.

1. M.SC of Food Scince and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Food Scince and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(*Corresponding Author Email: salehifarmania@gmail.com)